



⑬ **BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND**



**DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT**

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 199 24 058 A 1**

⑤ Int. Cl.⁷:
H 01 L 21/306

⑲ Aktenzeichen: 199 24 058.2
⑳ Anmeldetag: 26. 5. 1999
㉓ Offenlegungstag: 30. 11. 2000

DE 199 24 058 A 1

⑦① Anmelder:
Robert Bosch GmbH, 70469 Stuttgart, DE

⑦② Erfinder:
Becker, Volker, 76359 Marxzell, DE; Schielein, Doris,
72810 Gomaringen, DE; Skapa, Helmut, Dr., 72770
Reutlingen, DE; Laermer, Franz, Dr., 70437
Stuttgart, DE; Offenberg, Michael, Dr., 72138
Kirchentellinsfurt, DE; Schilp, Andrea, 73525
Schwäbisch Gmünd, DE; Petermann, Gregor, 72762
Reutlingen, DE

⑤⑥ Entgegenhaltungen:

US 48 71 416
JP 63-1 08 722 A
JP 62-2 45 634 A
JP 07-3 16 811 A
JP 07-1 60 007 A
JP 05-2 83 346 A
JP 01-2 52 503 A
JP 01-1 89 122 A
JP 64-48 427 A
JP 63-48 825 A
JP 03-88 328 A
JP 03-40 418 A

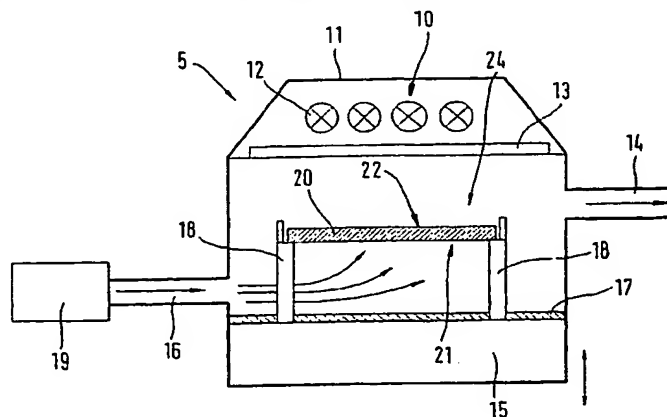
JP 62-256436 A. In: Patent Abstracts of Japan;

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤④ Verfahren und Vorrichtung zur Beseitigung von Kontaminationen durch Ozonbehandlung

⑤⑦ Es wird eine Vorrichtung und ein Verfahren zur Beseitigung von insbesondere organischen Kontaminationen auf Strukturkörpern (20), insbesondere strukturierten Siliziumwafern oder Siliziumkörpern, durch Ozonbehandlung vorgeschlagen. Dazu wird ein in einem Ozonreaktor (5) angeordneter, zu reinigender Strukturkörper (20) über ein erstes Mittel zumindest bereichsweise oberflächlich mit einem ozonhaltigen Gas beaufschlagt und gleichzeitig zumindest zeitweilig über ein zweites Mittel eine zumindest bereichsweise und zumindest oberflächliche Aufheizung des Strukturkörpers (20) vorgenommen. Die Aufheizung erfolgt bevorzugt auf Temperaturen von 150°C bis 435°C mittels einer Strahlungsheizung oder einer zusätzlichen oder alternativen Kontaktheizung.



BEST AVAILABLE COPY

DE 199 24 058 A 1

Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Beseitigung von insbesondere organischen Kontaminationen auf Strukturkörpern, insbesondere auf Siliziumkörpern oder -wafern, durch Ozonbehandlung, nach der Gattung der unabhängigen Ansprüche.

Stand der Technik

Zur Entfernung einer SiO_2 -Opferschicht unter oberflächenmikromechanischen Strukturen bedient man sich in der Sensorfertigung gegenwärtig eines HF-Dampfätzverfahrens, das in DE 197 04 454.9 beschrieben ist. Dieses Gasphasenätzverfahren reagiert jedoch sehr kritisch auf Verunreinigungen der zu bearbeitenden Waferoberflächen, insbesondere hinsichtlich der zu ätzenden Oxidoberflächen.

Organische Materialbedeckungen oder Kontaminationen von diffuser, meist im wesentlichen organischer Zusammensetzung, wie sie bereits aus einem längeren Kontakt der Wafer mit Reinraumluft resultieren, können daher die Ätzraten des genannten Verfahrens empfindlich beeinflussen.

Im Stand der Technik werden daher solche organischen Kontaminationen derzeit durch ein sogenanntes "Sauerstoffplasmastrippen" entfernt, bevor die Wafer nach dem Verfahren gemäß DE 197 04 454.9 durch Gasphasenätzen weiterbehandelt werden. Das dabei eingesetzte Sauerstoffplasma entfernt die Kontaminationen vollständig und stellt insofern eine technisch einwandfreie Lösung dar.

Da es jedoch in der Serienfertigung nicht möglich ist, jeden Wafer einzeln und unmittelbar vor dem HF-Gasphasenätzen zu "stripfen", wird in der Regel ein sogenannter "Waferbatch" von beispielsweise 25 Wafern gleichzeitig gestrippt und danach in eine Kassettenstation der HF-Dampfätzvorrichtung gegeben. Zur Prozessierung dieser 25 Wafer in der HF-Dampfätzvorrichtung werden jedoch typischerweise etwa 12 bis 13 Stunden benötigt, so daß während dieser Zeit die noch nicht prozessierten Wafer durch das Verweilen in der Warteposition zunehmend wieder kontaminiert werden. Infolge dieser über einen Waferbatch mit der Zahl der prozessierten Wafer zunehmenden Verunreinigung durch insbesondere organische Materialien treten dann Ätzratenabweichungen zwischen den einzelnen Wafern auf, die beträchtliche Ausmaße annehmen können.

Eine teilweise Lösung dieses Problems wird derzeit durch Prozessierung von geringeren Zahlen von Wafern in einem Waferbatch erreicht, wodurch die Verweildauer der Wafer vor der Prozessierung unter einer Zeit von ca. 8 Stunden bleibt. Dieses Verfahren der Prozessierung von Teilchargen ist jedoch unter Fertigungsgesichtspunkten unbefriedigend. Überschreiten bereits gestrippte und damit zunächst von Kontaminationen befreite Wafer diese Zeit, müssen sie jedoch erneut zu einem Waferbatch gesammelt und erneut gestrippt werden, was häufiges Mehrfachstripfen und logistische Probleme in der Fertigung mit sich bringt.

Vorteile der Erfindung

Die erfindungsgemäße Vorrichtung und das damit durchgeführte Verfahren hat gegenüber dem Stand der Technik den Vorteil, daß damit ein in-situ-Reinigungsverfahren für kontaminierte Strukturkörper ermöglicht wird, das es erlaubt, beispielsweise strukturierte Siliziumwafer oder allgemein Strukturkörper, die in weiteren Bearbeitungsschritten, beispielsweise durch HF-Dampfätzen, weiterbehandelt werden sollen, einzeln und unmittelbar vor diesen Bearbeitungsschritten einer Konditionierung zu unterziehen, die die Strukturkörper von anhaftenden, insbesondere organischen

Kontaminationen befreit.

Weiter ist es sehr vorteilhaft, daß die erfindungsgemäße Vorrichtung mit einer oder mehreren nachfolgenden, an sich bekannten Bearbeitungsvorrichtungen, beispielsweise HF-Dampfätzvorrichtungen, in einem Gerät kombiniert werden kann.

Dies geschieht sehr vorteilhaft durch Einladen des zu reinigenden Wafers oder Strukturkörpers in die erfindungsgemäße Vorrichtung, dem Ausführen des erfindungsgemäßen Reinigungsverfahrens, dem Ausladen des Wafers aus der erfindungsgemäßen Vorrichtung und dem Einbringen des vorzugsweise noch heißen Wafers unmittelbar danach beispielsweise in eine nachgeschaltete, an sich bekannte HF-Dampfätzvorrichtung.

Ein im Stand der Technik dabei erforderlicher zusätzlicher Aufheizzschritt, beispielsweise auf einer Heizplatte, vor der Weiterbearbeitung der gereinigten bzw. konditionierten Strukturkörper durch HF-Dampfätzen kann somit ebenfalls entfallen. Überdies wird damit auch eine erneute Kontamination von bereits gereinigten Strukturkörpern durch das Aufheizen an Luft vermieden.

Die erfindungsgemäße Vorrichtung erlaubt es insbesondere sehr vorteilhaft, die Reinigung eines Strukturkörpers mit dem erfindungsgemäßen Verfahren bereits durchzuführen, während dessen Vorgänger gerade in einer oder einer von mehreren Vorrichtungen zur Weiterbearbeitung des Strukturkörpers, beispielsweise durch HF-Dampfätzen, prozessiert wird. Die Prozeßzeiten beider Schritte können somit sehr vorteilhaft aneinander angepaßt werden.

So ist es insbesondere vorteilhaft möglich, die Zeitdauer bzw. Prozeßdauer des erfindungsgemäßen Verfahrens so einzustellen, daß diese gleich oder kleiner der Prozeßzeit des nachfolgenden Bearbeitungsschrittes ist, so daß über eine einzige erfindungsgemäße Vorrichtung eine oder mehrere nachfolgende Bearbeitungsvorrichtungen beispielsweise mit Wafern bedient werden können.

Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung ergeben sich aus den in den Unteransprüchen genannten Maßnahmen.

So wird der zu reinigenden bzw. zu konditionierende Strukturkörper in dem erfindungsgemäßen Ozonreaktor vorteilhaft mittels einer Strahlungsheizung beispielsweise mit mindestens einer Quarzlampe oder Halogenlampe oder mittels einer Kontaktheizung auf eine Temperatur zwischen 150°C und 435°C aufgeheizt, wobei, beispielsweise im Fall eines Siliziumwafers als Strukturkörper, dieser "face down" d. h. mit seiner Vorderseite nach unten und nur am Rand durch eine Aufnahmevorrichtung gestützt, prozessiert wird. Auf diese Weise kann das erfindungsgemäße Verfahren mit dem Strukturkörper in der gleichen Lage durchgeführt werden, in der dieser auch für einen nachgeschalteten HF-Dampfätzschritt in eine entsprechende Dampfätzvorrichtung eingebracht wird. Um einen möglichst freien Zutritt des ozonhaltigen Gases im dem Ozonreaktor zu dem zu prozessierenden bzw. zu reinigenden Bereich des Strukturkörpers oder Siliziumwafers zu gewährleisten, ist es im übrigen sehr vorteilhaft, wenn die Aufnahmevorrichtung den Strukturkörper zumindest in diesen Bereichen weitgehend frei trägt.

Sehr vorteilhaft ist weiterhin, wenn der Strukturkörper in dem Ozonreaktor derart angeordnet ist, daß die Heizvorrichtung auf dessen Rückseite angeordnet ist und somit diese zunächst aufheizt, während das ozonhaltige Gas vorrangig dessen beispielsweise strukturierte Vorderseite beaufschlagt.

Für gewisse Anwendungen kann es jedoch auch vorteilhaft sein, wenn als Heizvorrichtung zum Aufheizen des Strukturkörpers eine innerhalb des Ozonreaktors angeordnete Heizplatte verwendet wird, mit der der Strukturkörper

zumindest bereichsweise wärmeleitend in Kontakt ist bzw. auf dieser aufliegt. In diesem Fall ist lediglich eine einseitige Beaufschlagung des Strukturkörpers mit dem ozonhaltigen Gas gegeben.

Die Strahlungsheizung kann daneben vorteilhaft sowohl außerhalb als auch innerhalb des Ozonreaktors angeordnet sein, und gegebenenfalls über entsprechende Fenster, insbesondere Glas- oder Quarzfenster, sowie die Strahlungsheizung teilweise umgebende Reflektoren den Strukturkörper innerhalb des Ozonreaktors aufheizen. Dabei kann die eingesetzte Strahlungsheizung vorteilhaft auch mit einer oder mehreren intensiven UV-Lampen kombiniert oder aus diesen gebildet sein.

Durch die Kombination von Ozon oder eines ozonhaltigen Gases und einer erhöhten Wafertemperatur kommt somit sehr vorteilhaft eine optimale Konditionierung des Strukturkörpers für sich weiter anschließende Bearbeitungsschritte zustande.

Insbesondere wird durch die unmittelbare Reinigung des Strukturkörpers vor einer weiteren Bearbeitung durch HF-Dampfätzen auch dessen Reproduzierbarkeit verbessert und man erzielt optimale Ergebnisse bei diesem Folgeschritt hinsichtlich Ätzraten, Stabilität der Ätzraten über die Zeit und Uniformität der HF-Dampfätzung. Zudem entfällt dabei eine unerwünschte Prozeßdrift über einen Waferbatch infolge unterschiedlicher Standzeiten der Wafer nach einer aus dem Stand der Technik bekannten Konditionierung in einem Sauerstoffplasmastripper. Im übrigen kann eine derartige Vorbehandlung in einem Sauerstoffplasmastripper erfindungsgemäß auch ganz entfallen.

Zeichnung

Ausführungsbeispiele der Erfindung werden anhand der Zeichnung und in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert. Die Figur zeigt einen Ozonreaktor mit einem zu reinigenden Siliziumwafer, der der Einwirkung eines ozonhaltigen Gases bei erhöhter Temperatur ausgesetzt ist.

Ausführungsbeispiele

Die Figur zeigt einen erfindungsgemäßen Ozonreaktor 5 mit einer Heizvorrichtung 10 in Form einer Strahlungsheizung mit Halogenlampen 12, die Halogenlampen 12 oberhalb umgebenden Reflektoren 11 und einem Quarzglasfenster 13, das eine Einwirkung der mit der Strahlungsheizung erzeugten Wärme- und teilweise auch UV-Strahlung auf einen innerhalb des Ozonreaktors 5 auf einer Aufnahmevorrichtung 18 angeordneten Strukturkörper 20 ermöglicht. Die Heizvorrichtung 10 weist weiterhin ein nicht dargestelltes Gebläse zur Kühlung der Halogenlampen 12 auf. Der Strukturkörper 20 ist im erläuterten Beispiel ein in an sich bekannter Weise einseitig oder beidseitig strukturierter Siliziumwafer, der in dem Ozonreaktor 5 von anhaftenden, insbesondere organischen Kontaminationen befreit werden soll und der nach dieser Konditionierung in einem weiteren Bearbeitungsschritt, beispielsweise einer prinzipiell aus DE 197 04 454,9 bekannten HF-Dampfätzvorrichtung, zugeführt werden soll. Der Strukturkörper 20 ist damit mit seiner Vorderseite 21, die im erläuterten Beispiel durch nachfolgendes HF-Dampfätzen weiter bearbeitet werden soll, nach unten weitgehend freitragend in der Aufnahmevorrichtung 18 gehalten, während die Rückseite 22 des Strukturkörpers 20 der Heizvorrichtung 10 zugewandt ist. Die eigentliche Prozeßkammer 24 des Ozonreaktors 5 ist weiter mit einer Beladevorrichtung 15, einer mit einem Ozonisator 19 verbundenen Gaszufuhr 16, einer Gasabfuhr 14 und einer Dichtung 17 versehen. Die Heizvorrichtung 10 kann im üb-

rigen auch durch eine zusätzlich oder alternativ vorgesehene, an sich bekannte Heizplatte ersetzt oder ergänzt sein, die mit der Rückseite 22 des Strukturkörpers 20 in direktem Kontakt ist.

Der Ozonisator 19 wandelt dabei mittels elektrischer Entladung in an sich bekannter Weise in einem Gasstrom zugeführten Sauerstoff teilweise in Ozon um, so daß der Prozeßkammer 24 über die Gaszufuhr 16 ein ozonhaltiges Gas zugeführt wird. Dazu geeignete Ozonisatoren 19 sind im Stand der Stand hinlänglich bekannt.

Im erläuterten Beispiel besteht dieses über die Gaszufuhr 16 zugeführte ozonhaltige Gas aus einer Mischung von Ozon und Sauerstoff oder von Ozon und Luft (80% N₂, 20% O₂), und enthält 1 Vol.-% bis 30 Vol.-% Ozon, je nach Leistungsfähigkeit des Ozonisators 19. Bevorzugt wird eine Mischung aus 90% Sauerstoff und 10% Ozon verwendet, was durch eine Zufuhr von 5 Norm-Liter/Minute (slm) reinem O₂ in den Ozonisator 19 erreicht wird.

Der Kern des mit dem Ozonreaktor 5 durchgeführten Verfahrens basiert auf der Einwirkung von Ozon auf den Strukturkörper 20 bei gleichzeitiger Aufheizung auf erhöhte Temperaturen von 150°C bis 435°C. Bevorzugt werden Temperaturen von 200°C bis 350°C.

Durch die Kombination aus Ozoneinwirkung und erhöhter Temperatur werden insbesondere organische Verunreinigungen auf der Oberfläche und in für das Gas zugänglichen Bereichen des Strukturkörpers 20 rasch zerstört und als gasförmige Reaktionsprodukte von dessen Oberfläche abgetragen.

Die reinigende Wirkung des Ozons läßt sich weiter steigern, wenn der Strukturkörper 20 zusätzlich mit intensiver UV-Strahlung, beispielsweise aus einer zusätzlichen Quecksilberdampfampe bestrahlt wird, da durch die UV-Einwirkung die Aggressivität des Ozons durch Abspaltung von Sauerstoffradikalen aus dem O₃-Molekül weiter gesteigert wird.

Bei Betrieb des Ozonreaktors 5 wird zunächst der Strukturkörper 20 oder, im konkreten Fall, der Siliziumwafer zunächst in den Ozonreaktor 5 eingebracht und dieser anschließend geschlossen. Danach wird dem Ozonreaktor 5 beispielsweise das genannte Ozonhaltige Gas aus dem Ozonisator 19 über die Gaszufuhr 16 zugeführt. Die Gaszufuhr kann dabei einerseits über einen kontinuierlichen Strom von Ozon und Sauerstoff durch die Prozeßkammer 24 im Sinne eines Durchflußreaktors aufrechtzuerhalten werden. Diese Betriebsart hat den Vorteil, daß stets frisches Ozon dem Ozonreaktor 5 zugeführt wird und gleichzeitig die Reaktionsprodukte über die Gasabfuhr 14 kontinuierlich abtransportiert werden.

Es ist jedoch alternativ auch möglich, die Prozeßkammer 24 einmal pro Wafer oder Strukturkörper 20 mit dem Ozon-Sauerstoff-Gemisch zu füllen und den Ozonreaktor 5 dann für die Prozessierung dieses einen Wafers geschlossen zu halten. Erst am Ende des Reinigungsverfahrens wird das dann restliche Ozon-Sauerstoff-Gemisch und die entstandenen gasförmigen Reaktionsprodukte durch Spülgas, vorzugsweise Sauerstoff, aus dem Ozonreaktor 5 verdrängt. Nach Beladung des Ozonreaktors 5 mit einem neuen Wafers wird dieser dann erneut mit ozonhaltigem Gas gefüllt.

Über die Gasabfuhr 14 werden somit, entsprechend der Betriebsart der Gaszufuhr, die entstehenden gasförmigen Reaktionsprodukte und das über die Gaszufuhr 16 zugeführte ozonhaltige Gas kontinuierlich während des gesamten Reinigungsverfahrens in einem Gasstrom abgeführt, oder erst nach Abschluß des Reinigungsverfahrens beim oder vor dem Öffnen des Ozonreaktors 5.

Gleichzeitig mit der Zufuhr des ozonhaltigen Gases in den Ozonreaktor 5 wird dann der Wafer zumindest zeitwei-

lig, bevorzugt jedoch während der gesamten Prozeßzeit, beheizt und dabei eine Temperatur von 150°C bis 435°C, vorzugsweise von 200°C bis 350°C gebracht und gehalten.

Das Aufheizen kann zum einen, wie erläutert, dadurch geschehen, daß als Aufnahmevorrichtung 18 für den Wafer in dem Ozonreaktor 5 eine Heizplatte vorgesehen ist, auf die der Wafer aufgelegt wird. Der Vorteil einer Heizplatte ist, daß der Siliziumwafer damit sehr schnell und auf eine genau definierte Temperatur aufgeheizt werden kann. Ihr Nachteil ist jedoch, daß damit der Wafer nur auf einer Seite ozonbehandelt werden kann, nämlich auf seiner Rückseite 22. Sofern der Wafer nachfolgend in einer HF-Dampfätzvorrichtung nach Art der DE 197 04 454.9 weiterbearbeitet werden soll, ist in diesem Fall somit ein Umdrehen des Wafers auf dem Weg vom Ozonreaktor 5 in die nachfolgende HF-Dampfätzvorrichtung erforderlich, was ein zusätzliches Handling-System erfordert.

Um dieses Handling-System einzusparen erfolgt das Aufheizen im erläuterten Beispiel daher bevorzugt über die Heizvorrichtung 10 mit einer Strahlungsheizung, wobei Wafer in dem Ozonreaktor 5 lediglich am Waferrand von der Aufnahmevorrichtung 18 abgestützt wird und ansonsten frei und von allen Seiten zugänglich in der Prozeßkammer 24 steht.

Mittels der Strahlungsheizung wird nun die Rückseite 22 von oben angestrahlt und damit der Wafer aufgeheizt. Im übrigen ist es alternativ oder zusätzlich zu der erläuterten Anordnung der Heizvorrichtung 10 außerhalb der Prozeßkammer 24, ohne weiteres möglich, eine Strahlungsheizung, etwa in Form von Halogenlampen, innerhalb der Prozeßkammer 24 anzubringen und geeignet zum Wafer zu plazieren. Daneben kann zusätzlich auch noch eine weitere Heizvorrichtung vorgesehen sein kann, die den Wafer zusätzlich auch von dessen Vorderseite 21 d. h. von unten aufheizt. Dazu ist beispielsweise eine Bestrahlung mit UV-Licht geeignet, wobei ohnehin eine gewisse UV-Einwirkung bereits aus der Verwendung von Halogenlampen resultiert, sofern deren UV-Anteil im Emissionsspektrum nicht explizit durch Filter abgeschirmt wird. Im Fall der Bestrahlung mit UV-Licht ist es beispielsweise auch möglich, daß die Halogenlampen 12 und die Heizvorrichtung 10 entfällt, da deren Aufheizfunktion für den Strukturkörper 20 bzw. Wafer bereits von einer innerhalb oder außerhalb des Ozonreaktors 5 angebrachten UV-Bestrahlungseinrichtung übernommen wird.

Angesichts der ausgezeichneten Wärmeleitfähigkeit von Silizium ist es im erläuterten Beispiel insgesamt nicht entscheidend, von welcher Seite die Vorrichtung zur Aufheizung des Siliziumwafers auf diesen einwirkt.

Sofern, wie erläutert, eine zusätzliche UV-Bestrahlung des Strukturkörpers 20 vorgesehen ist, erfolgt diese bevorzugt über eine innerhalb der Prozeßkammer 24 unterhalb der Aufnahmevorrichtung 24 platzierte Quecksilberdampflampe, welche die Vorderseite 21 bestrahlt. Diese Quecksilberdampflampe kann jedoch auch außerhalb des Ozonreaktors 5 platziert werden, wenn entsprechende UV-durchlässige Fenster, beispielsweise aus Quarzglas, vorgesehen sind.

Nachdem der Wafer sich während einer festgelegten Prozeßzeit von beispielsweise 5 Minuten bis 60 Minuten, vorzugsweise von 10 bis 20 Minuten, in dem Ozonreaktor 5 befunden hat, wird der Ozonreaktor 5 mit Sauerstoff durchgespült, um das zugeführte ozonhaltige Gas zu verdrängen, und anschließend geöffnet.

Dabei wird der Strukturkörper 20 oder der prozessierte Siliziumwafer bevorzugt weiter, beispielsweise mittels einer UV-Lampe oder der Heizvorrichtung 10, beheizt und auf einer Temperatur von vorzugsweise 110°C bis 200°C gehalten.

Nach dem Öffnen des Ozonreaktors 5 übernimmt dann ein Greifer den Wafer und transportiert ihn zur weiteren Bearbeitung beispielsweise in die genannte HF-Dampfätzvorrichtung. Dori kann das im Stand der Technik ansonsten übliche Vorheizen des Wafers vor dem HF-Dampfätzen auf 110°C mittels einer Heizplatte dann entfallen, was das Risiko einer erneuten Kontamination mit organischen Materialien aus der umgebenden Atmosphäre (Reinraumluft) beim Transport und beim erneuten Aufheizen erheblich vermindert.

Zur leichteren und routinemäßigen Öffnung des Ozonreaktors 5 ist es im übrigen zweckmäßig, wenn die Beladevorrichtung 15 pneumatisch oder mittels Elektromotoren bewegbar ist.

Beim Einsatz in der Serienfertigung ist es weiter zweckmäßig, mit dem Ozonreaktor 5 einen Wafer oder Strukturkörper bereits zu reinigen, während sein Vorgänger beispielsweise gerade in einer nachfolgenden HF-Dampfätzvorrichtung prozessiert wird. Dazu wird die Prozeßzeit im Ozonreaktor 5 an die Prozeßzeit in der HF-Dampfätzvorrichtung angepaßt, die üblicherweise zwischen 15 und 40 Minuten liegt. Diese Zeit ist ausreichend, um auch in dem Ozonreaktor 5 ein optimales Reinigungsergebnis zu erzielen.

Besonders bevorzugt wird die Prozeßzeit in dem Ozonreaktor 5 auf einen Bruchteil, beispielsweise 10 bis 20 min. der erforderlichen Prozeßzeit der nachfolgenden HF-Dampfätzvorrichtung eingestellt, da damit einerseits ein ausreichendes Reinigungsergebnis erzielt wird, und andererseits auf diese Weise mehrere, dem Ozonreaktor 5 nachgeschaltete HF-Dampfätzvorrichtungen bedient werden können. Insgesamt sind in dem Ozonreaktor 5 Prozeßzeiten von 5 min bis 60 min möglich, ohne daß die erzielte Konditionierung des Strukturkörpers 20 entscheidend nachläßt. Die Einstellung der Prozeßzeit erfolgt dabei bevorzugt über den Ozongehalt der Atmosphäre im Ozonreaktor 5 oder über die Leistung der Heizvorrichtung 10.

Im Fall der Verwendung einer Strahlungsheizung mit Halogenlampen 12 als Heizvorrichtung 10 ist es im übrigen vorteilhaft, diese kontinuierlich eingeschaltet zu lassen, da die abgegebene Strahlung, auch bei geöffnetem Ozonreaktor 5, unschädlich ist, und häufiges Ein- und Ausschalten der Halogenlampen 12 deren Lebensdauer vermindert.

Sofern eine UV-Beleuchtungseinrichtung im Inneren der Prozeßkammer 24, beispielsweise eine oder mehrere Quecksilberdampflampen vorgesehen ist, muß deren UV-Strahlung im geöffneten Zustand des Ozonreaktors 5 geeignet abgeschirmt werden. Dies erfolgt zweckmäßig über entsprechende Blenden bzw. einen Shutter, der sich beim Öffnen des Ozonreaktors 5 vor die UV-Lampe schiebt und der Strahlung den Austritt in die Prozeßkammer 24 und die Umgebung verwehrt.

Bezugszeichenliste

- 5 Ozonreaktor
- 10 Heizvorrichtung
- 11 Reflektoren
- 12 Halogenlampe
- 13 Fenster
- 14 Gasabfuhr
- 15 Beladevorrichtung
- 16 Gaszufuhr
- 17 Dichtung
- 18 Aufnahmevorrichtung
- 19 Ozonisator
- 20 Strukturkörper
- 21 Vorderseite

22 Rückseite
24 Prozeßkammer

Patentansprüche

1. Vorrichtung zur Beseitigung von insbesondere organischen Kontaminationen auf mindestens einem Strukturkörper, insbesondere einem strukturierten Siliziumwafer oder Siliziumkörper, durch Ozonbehandlung, mit einem in einem Ozonreaktor (5) angeordneten, zu reinigenden Strukturkörper (20), **dadurch gekennzeichnet**, daß ein erstes Mittel vorgesehen ist, mit dem der Strukturkörper (20) zumindest bereichsweise oberflächlich mit einem ozonhaltigen Gas beaufschlagbar ist, und daß ein zweites Mittel vorgesehen ist, mit dem der Strukturkörper (20) während der Beaufschlagung mit dem ozonhaltigen Gas zumindest bereichsweise und oberflächlich zumindest zeitweilig auf eine erhöhte Temperatur aufheizbar ist.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das zweite Mittel eine Heizvorrichtung (10), insbesondere eine Strahlungsheizung oder eine Heizplatte ist.
3. Vorrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Strahlungsheizung oder die Heizplatte innerhalb des Ozonreaktors angeordnet ist, und zumindest mit einem Bereich des Strukturkörpers (20) wärmeleitend in Kontakt steht.
4. Vorrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Strahlungsheizung außerhalb des Ozonreaktors (5) angeordnet ist, wobei ein Fenster (13), insbesondere ein Glas- oder Quarzfenster, und Reflektoren (11), sowie mindestens eine Halogenlampe (12) und/oder mindestens eine UV-Lampe vorgesehen ist.
5. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß eine Aufnahmevorrichtung (18) zur Aufnahme des Strukturkörpers (20) innerhalb des Ozonreaktors (5) vorgesehen ist, die derart ausgestaltet ist, daß ein zu reinigender Bereich des Strukturkörpers (20) für das ozonhaltige Gas frei zugänglich ist.
6. Vorrichtung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Aufnahmevorrichtung (18) den Strukturkörper (20) zumindest weitgehend frei trägt.
7. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Siliziumwafer in dem Ozonreaktor (5) derart angeordnet ist, daß das zweite Mittel dessen Rückseite (22) aufheizt, und daß das ozonhaltige Gas zumindest dessen Vorderseite (21) beaufschlägt.
8. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das erste Mittel ein Ozonisator (19) mit einer nachgeschalteten Gaszufuhr (16) ist, der vorzugsweise mittels elektrischer Entladung zugeführten Sauerstoff teilweise in Ozon überführt.
9. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß zur Beladung des Ozonreaktors (5) mit dem zu reinigenden Strukturkörper (20) eine vorzugsweise gegenüber der Heizvorrichtung (10) angeordnete, insbesondere pneumatisch oder elektrisch bewegbare Beladevorrichtung (15) vorgesehen ist.
10. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das zweite Mittel neben der Aufheizung des Strukturkörpers (20) gleichzeitig eine zumindest bereichsweise Beaufschlagung des Strukturkörpers (20) mit UV-Strahlung bewirkt, und/oder daß ein weiteres Mittel, insbesondere eine UV-Lampe vorgesehen ist, die zumindest zeitweise und zumindest bereichsweise während der Reinigung des Strukturkörpers (20)

in dem Ozonreaktor (5) eine UV-Bestrahlung des Strukturkörpers (20) bewirkt.

11. Verfahren zur Beseitigung von insbesondere organischen Kontaminationen auf mindestens einem Strukturkörper mit einer Vorrichtung nach mindestens einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß dem Ozonreaktor (5) über die Gaszufuhr (16) ein ozonhaltiges Gasgemisch zugeführt wird, und daß der Strukturkörper (20) zumindest bereichsweise und zumindest zeitweilig auf eine erhöhte Temperatur aufgeheizt wird.

12. Verfahren nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß als ozonhaltiges Gasgemisch eine Mischung von Ozon und Sauerstoff oder von Ozon und Luft verwendet wird, wobei diese Mischung insbesondere 1 Vol.% bis 30 Vol.% Ozon enthält.

13. Verfahren nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß der Strukturkörper (20) zumindest oberflächlich auf eine Temperatur von 150°C bis 435°C, vorzugsweise von 200°C bis 350°C, aufgeheizt wird.

14. Verfahren nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß die Reinigung des Strukturkörpers (20) oder des strukturierten Siliziumwafers in dem Ozonreaktor (5) während einer Prozeßzeit von 5 min bis 60 min, vorzugsweise von 10 min bis 20 min, erfolgt.

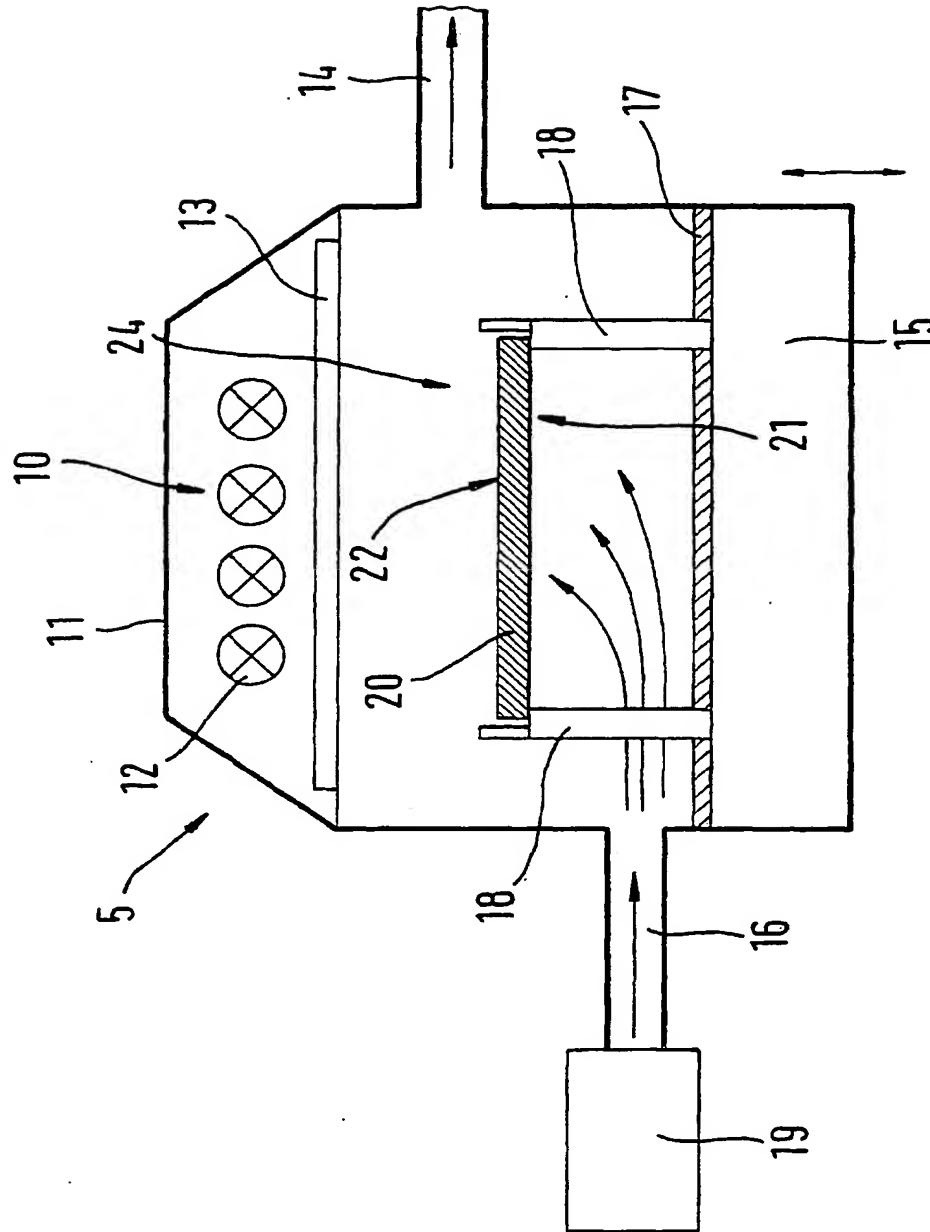
15. Verfahren nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß die Zufuhr des ozonhaltigen Gasgemisches zu Beginn der Reinigung des Strukturkörpers (20) über die Gaszufuhr (16) erfolgt, und/oder daß die Zufuhr des ozonhaltigen Gasgemisches zumindest zeitweilig während der Reinigung in einem kontinuierlichen Gasstrom erfolgt.

16. Verfahren nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß entstehende gasförmige Reaktionsprodukte zusammen mit dem zugeführten ozonhaltigen Gasgemisch über eine Gasabfuhr (14) aus dem Ozonreaktor (5) abgeführt werden, wobei die Abfuhr kontinuierlich während der Reinigung in einem Gasstrom erfolgt, und/oder nach Abschluß der Reinigung.

17. Verfahren nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß der Ozonreaktor (5) nach der Reinigung des Strukturkörpers (20) vor dessen Entfernen aus dem Ozonreaktor (5) mit Sauerstoff gespült wird.

18. Verfahren nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß der Strukturkörper (20) nach Abschluß der Reinigung mit dem zweiten Mittel oder mit dem weiteren Mittel auf erhöhter Temperatur, vorzugsweise auf 110°C bis 200°C, gehalten wird.

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen



1.6. AVAILABLE COPY